

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2001 年 6 月 14 日 (14.06.2001)

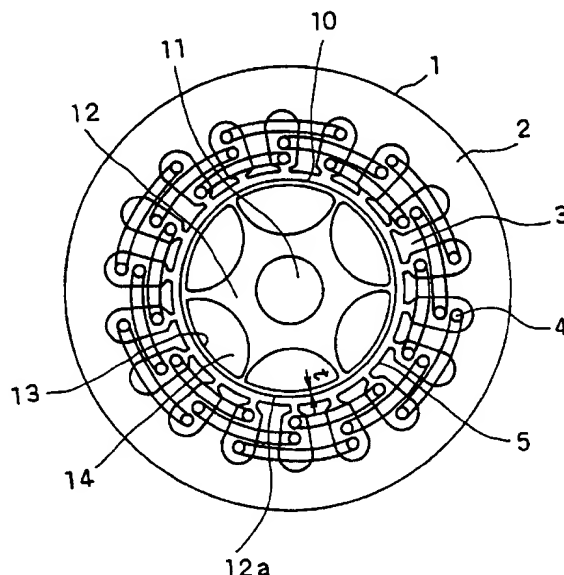
PCT

(10) 国際公開番号
WO 01/43259 A1

- (51) 国際特許分類⁷: H02K 1/27, 1/22 (TAJIMA, Tsuneyoshi) [JP/JP]. 及川智明 (OIKAWA, Tomoaki) [JP/JP]. 風間 修 (KAZAMA, Osamu) [JP/JP]. 増本浩二 (MASUMOTO, Koji) [JP/JP]. 加藤政紀 (KATOU, Masaki) [JP/JP]. 馬場和彦 (BABA, Kazuhiko) [JP/JP]; 〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP00/07926
- (22) 国際出願日: 2000 年 11 月 10 日 (10.11.2000)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語 (74) 代理人: 溝井章司, 外(MIZOI, Shoji et al.); 〒247-0056 神奈川県鎌倉市大船二丁目17番10号 NTA大船ビル 3F Kanagawa (JP).
- (30) 優先権データ:
特願平 11/353721
1999 年 12 月 13 日 (13.12.1999) JP (81) 指定国 (国内): CN, JP, KR, US.
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三菱電機株式会社 (MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 Tokyo (JP). 添付公開書類:
— 国際調査報告書
- (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 田島廣賀 2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: PERMANENT MAGNET TYPE MOTOR AND METHOD OF PRODUCING PERMANENT MAGNET TYPE MOTOR

(54) 発明の名称: 永久磁石形モータ及び永久磁石形モータの製造方法



(57) Abstract: A permanent magnet type motor with a permanent magnet, capable of reducing vibration and noise without lowering the motor efficiency, which comprises a stator (1) having multi-phase stator windings, and a rotor (10) disposed inside the stator in opposed relation through air gaps, and having a stator core (12) and permanent magnets (14) installed in the stator core, wherein the permanent magnets (14) are so shaped that their section at right angles with the axis of rotation is convex on both inner and outer diameter sides and that the focus of magnetism orientation in each magnet pole of the permanent magnet (14) is disposed outside the rotor (10).

[続葉有]

WO 01/43259 A1



(57) 要約:

モータ効率を低下させることなく、振動や騒音を低減できる永久磁石を備えた永久磁石形モータを提供するために、複数相の固定子巻線を有する固定子 1 と、この固定子内側に空隙部分を介して対向配置され、回転子鉄心 1 2 とこの回転子鉄心に設けられた永久磁石 1 4 と、を有する回転子 1 0 とを備えた永久磁石形モータにおいて、永久磁石 1 4 を回転軸直角方向断面が内径側と外径側との両方に凸となる形状とすると共に、永久磁石 1 4 の各磁極における磁気配向の焦点を前記回転子 1 0 の外側に設けた。

明細書

永久磁石形モータ及び永久磁石形モータの製造方法

5 技術分野

この発明は、たとえば、空気調和機や冷蔵庫用圧縮機等に用いられる永久磁石形モータ及びその製造方法に関する。

背景技術

10 従来例 1 .

図 9 は従来永久磁石形モータを示す図である。

図 9 において、固定子 1 は、環状をなす固定子鉄心 2 と、この固定子鉄心 2 に形成された複数のティース 3 と、これらティース 3 に巻回されたコイル 4 とから構成されている。固定子 1 は、たとえば、複数相の固定子巻線を有する分布巻固定子である。

15

固定子 1 の内側には、空隙 5 を介して回転子 10 が回転可能に配設されている。この回転子 10 は、回転軸 11 と、この回転軸 11 の外周部に設けられた回転子鉄心 12 とを有している。

20

図に示すように、モータの回転子に永久磁石を用いる永久磁石形モータは、外周近傍に複数の永久磁石挿入用の収容孔 13 を設けた回転子鉄心 12 に断面が円弧状をなす永久磁石 14 を挿入して組み込むことによって構成されており、各永久磁石 14 は、凸部側が外側を向くように配置されている。

25

そして、各永久磁石 14 は、図 10 に示すように各部の磁気配向 15 が回転子 10 の中心と永久磁石 14 の周方向中央部とを結ぶ直線と平行となるように、換言すれば磁気配向中心が無限遠となるように着磁され

ている。なお、回転子鉄心 12 は、収容孔 13 が形成されたケイ素鋼板を多数枚積層して構成されたものである。

しかしながら、従来例 1 の構成のものでは、回転子 10 と固定子 1 との間の永久磁石 14 による空隙磁束密度分布が図 11 に示すような波形となり、この波形が正弦波と大きく異なるため、コギングトルクが大きく、振動や騒音が大きいという問題点を有していた。

従来例 2 .

この問題点を解決する手段として、図 12 に示すものが考えられる。この回転子 10 は、各永久磁石 14 の各部の磁気配向 15 の焦点を回転子 10 の外側に設けるように着磁されている。

上記の手段により、永久磁石 14 による空隙磁束密度分布は、磁極の中央部において大きく、両端部において小さくなるので、図 13 に示すように、正弦波に近い分布となり、これに伴いコギングトルクを低減でき、振動や騒音を小さくできる。

ところが、上記したような構成のモータにおいては、永久磁石 14 を製造する際に磁気配向 15 を永久磁石 14 の凸部側に集中させなければならず、すなわち、永久磁石自身の形状による円弧の中心と磁気配向の中心とが逆方向となるため、永久磁石製造工程の成形時の圧縮方向と磁束方向が異なるため、永久磁石自身の残留磁束密度が低下し、これに伴ってモータ効率が低下するという問題点を有している。

従来例 3 .

また、上記従来例 1 の問題点を解決する他の手段として、図 14 に示す構成のものも考えられる。この回転子 10 は、各永久磁石 14 の凸部側が回転子鉄心 12 の内側を向くように配置し、各永久磁石 14 の各部の磁気配向 15 の焦点を回転子 10 の外側に設けるように着磁している

上記の手段によれば、永久磁石 1 4 による空隙磁束密度分布は、磁極の中央部において大きく、両端部において小さくなるので、図 1 5 に示すように正弦波に近い分布となり、これに伴いコギングトルクを低減でき、振動や騒音を小さくできると共に、永久磁石 1 4 を製造する際に磁気配向 1 5 を永久磁石 1 4 の凹部側に集中させればよく、すなわち、永久磁石自身の形状による円弧の中心と磁気配向の中心とが同じ方向となるので、成形時の圧縮方向と磁束方向が同一となり、永久磁石自身の残留磁束密度が低下しないので、モータ効率が悪化することもない。

ところが、上記したような従来例 3 の回転子の構成では、図 1 6 に示すように空隙 5 と各永久磁石 1 4 とを隔てる回転子鉄心部分 1 2 a の厚みが増加し、磁気抵抗が低くなり、コイル 4 の電流により発生する磁束 2 0 の内、回転子鉄心部分 1 2 a を通過し固定子鉄心 2 のティース 3 との間で短絡する磁束の量が増加する。これに伴い、この磁束に含まれる基本波成分や高調波成分により発生するトルクリップルも大きくなり、振動や騒音が大きくなるという問題点を有している。

この発明は、たとえば、モータ効率を低下させることなく、振動や騒音を低減できる永久磁石を備えた永久磁石形モータ及びその製造方法を提供することを目的とする。

20 発明の開示

この発明に係る好適な実施の形態は、複数相の固定子巻線を有する固定子と、この固定子内側に空隙部分を介して対向配置され、回転子鉄心とこの回転子鉄心に設けられた永久磁石と、を有する回転子とを備えた永久磁石形モータ及びその製造方法において、永久磁石を軸直角方向断面が内径側と外径側との両方に凸となる形状とすると共に、永久磁石の各磁極における磁気配向の焦点を前記回転子の外側に設けたものである

。

また、回転子は、複数の永久磁石挿入用の収容孔を設けた回転子鉄心
抜板を多数枚積層して回転子鉄心積層体を形成し、永久磁石挿入用の収
容孔に永久磁石を挿着する構成とし、更に永久磁石と空隙との間を隔て
5 る回転子鉄心の厚み寸法を回転子鉄心抜板の板厚の $\pm 30\%$ 以内とした
ものである。

また、回転子鉄心の外周部に前記永久磁石を装着し、この永久磁石の
外周部に非磁性の保護パイプを嵌着して回転子を構成したものである。

また、回転子鉄心に設けた永久磁石挿入用の収容孔の外径側の円弧の
10 半径を R とし、この収容孔に挿入される永久磁石の外径側の円弧の半径
を r とした場合、 $R < r$ となるように設定したものである。

また、永久磁石と空隙との間を隔てる回転子鉄心の厚み寸法を回転子
鉄心抜板の板厚の $\pm 30\%$ 以内としたものにおいて、固定子のティース
部に直接巻線を巻回する集中巻固定子を施したものである。

15 また、永久磁石の内径側凸の半径を外径側凸の半径よりも小さくした
ものである。

また、回転子鉄心に設けた永久磁石挿入用の収容孔、および永久磁石
の内径側円弧の一部に直線部を設けたものである。

20 図面の簡単な説明

図1は実施の形態1を示す図で、永久磁石形モータの図である。

図2は実施の形態1を示す図で、永久磁石の磁気配向状態を示す図で
ある。

図3は実施の形態1を示す図で、磁束密度分布図である。

25 図4は実施の形態1を示す図で、図1の要部拡大図である。

図5は実施の形態2を示す図で、永久磁石形モータの回転子の図であ

る。

図 6 は実施の形態 3 を示す図で、回転子の 1 極分の図である。

図 7 は実施の形態 4 を示す図で、永久磁石形モータの図である。

図 8 は実施の形態 5 を示す図で、回転子の 1 極分の図である。

5 図 9 は従来の永久磁石形モータの図である。

図 10 は従来の永久磁石の磁気配向状態を示す図である。

図 11 は磁束密度分布図である。

図 12 は他の従来の永久磁石の磁気配向状態を示す図である。

図 13 は磁束密度分布図である。

10 図 14 はさらに他の従来の永久磁石の磁気配向状態を示す図である。

図 15 は磁束密度分布図である。

図 16 は図 14 の要部拡大図である。

発明を実施するための最良の形態

15 実施の形態 1 .

以下、この発明の実施の形態 1 を図面を参照して説明する。

図 1 ~ 4 は実施の形態 1 を示す図で、図 1 は永久磁石形モータの図、図 2 は永久磁石の磁気配向状態を示す図と、図 3 は磁束密度分布図、図 4 は図 1 の要部拡大図である。

20 図 1 において、固定子 1 は、環状をなす固定子鉄心 2 と、この固定子鉄心 2 に形成された複数のティース 3 と、これらティース 3 に巻回されたコイル 4 とから構成されている。固定子 1 は、たとえば、複数相の固定子巻線を有する分布巻固定子である。

25 固定子 1 の内側には、空隙 5 を介して回転子 10 が回転可能に配設されている。この回転子 10 は、回転軸 11 と、この回転軸 11 の外周部に設けられた回転子鉄心 12 とを有し、この回転子鉄心 12 に形成され

た永久磁石挿入用の収容孔 1 3 に、永久磁石 1 4 を軸方向から挿入して組み込むことによって構成されている。なお、回転子鉄心 1 2 は、収容孔 1 3 が打抜形成された回転子鉄心抜板と呼ばれるケイ素鋼板を回転軸 1 1 の方向に（図 1 の紙面垂直方向に）多数枚積層した回転子鉄心積層 5 体を有している。

上記回転子鉄心 1 2 に設けられた収容孔 1 3 は、回転軸 1 1 の直角方向断面において、内径側と外径側の両方に凸となる形状となっており、また、永久磁石 1 4 と空隙 5 とを隔てる回転子鉄心部分 1 2 a の径方向の厚み寸法 t が回転子鉄心抜板の板厚の $\pm 30\%$ 以内になるように設定 10 されている。たとえば、1 枚の回転子鉄心抜板の板厚が 0.5 mm だとすると、回転子鉄心部分 1 2 a の径方向の厚み寸法 t は、 $0.35\text{ mm} \sim 0.65\text{ mm}$ となる。

回転子鉄心 1 2 に設けられた収容孔 1 3 の外径側の円弧の半径を R 、永久磁石 1 4 の外径側の円弧の半径を r とした場合に、 $R > r$ となるよ 15 うに設定したので、かつ、永久磁石 1 4 の外側の凸の円弧は、回転子 1 0 の外周円と同心円の円周上にあるようにしたので、回転子鉄心部分 1 2 a の径方向の厚み寸法 t は一定値となる。

また、永久磁石 1 4 は、前記収容孔 1 3 にほぼ相似となる形状となっ 20 ているとともに、N 極と S 極とが交互になるように、かつ、図 2 に示すように、各部の磁気配向 1 5 の焦点が回転子 1 0 の外側になるように着磁されている。

このように構成された永久磁石形モータにおいては、永久磁石 1 4 による空隙磁束密度分布は、磁極の中央部において大きく、両端部において小さくなるので、図 3 に示すように、正弦波に近い分布となり、これ 25 に伴いコギングトルクを低減でき、振動や騒音を小さくできる。

なお、図 2 では、磁気配向 1 5 の焦点が 1 ヶ所となっているが、回転

子 1 0 の外側であれば焦点が複数ヶ所に分かれても同様の効果を有することができる。

また、磁気配向 1 5 をその焦点が回転子 1 0 の外径にくるように設定しているが、永久磁石 1 4 の断面が内径側にも凸となっており、かつ、
5 図 1 に示すように、内径側凸の半径 R を外径側凸の半径 R よりも小さくすれば、永久磁石成形時の圧縮方向と磁束の方向が概略等しくなり、残留磁束密度が低下することがない。

また、図 1 とは、逆に、内径側凸の半径 R を外径側凸の半径 R よりも大きくしたい場合には、まず、永久磁石成形時は内径側凸の半径 R を外
10 径側凸の半径 R よりも小さくして成形し、後から外径側凸の半径 R を大きくするように切削すれば同様の効果が得られる。

以上のように、永久磁石 1 4 自身の残留磁束密度が低下することがなくなるので、モータ効率が低下してしまうという問題もない。

さらに、収容孔 1 3 および永久磁石 1 4 は外径側にも凸となる形状と
15 なっていると同時に、空隙 5 と各永久磁石 1 4 とを隔てる回転子鉄心部分 1 2 a の径方向の厚み寸法 t を薄くしたので、この部分の磁気抵抗が大きくなり、図 4 に示すように空隙 5 と各永久磁石 1 4 とを隔てる回転子鉄心部分 1 2 a を通る磁束の数を制限することができる。したがって、コイル 4 の電流により発生する磁束 2 0 の内、前記回転子鉄心部分 1
20 2 a と固定子鉄心 2 のティース 3 との間で短絡してしまう磁束の量を少なくすることができるので、この磁束の高調波成分により発生するトルクリップルが低減され、振動や騒音を小さくできる。

なお、前記回転子鉄心 1 2 の空隙 5 と永久磁石 1 4 とを隔てる回転子鉄心部分 1 2 a の径方向の厚み寸法 t は、回転子鉄心抜板の打抜性と磁
25 気抵抗より、板厚の $\pm 30\%$ 以内が望ましい。すなわち、回転子鉄心部分 1 2 a の径方向の厚み寸法 t を小さくしすぎると、回転子鉄心抜板の

打抜時に回転子鉄心部分 12a を破壊してしまう。逆に、回転子鉄心部分 12a の径方向の厚み寸法 t を大きくしすぎると、空隙 5 と各永久磁石 14 とを隔てる回転子鉄心部分 12a を通る磁束の数を少なくすることができなくなる。

5 実施の形態 2 .

以下、この発明の実施の形態 2 を図面を参照して説明する。

図 5 は実施の形態 2 を示す図で、永久磁石形モータの回転子の図である。図 5 に示すように、回転子鉄心 12 の外周部に永久磁石 14 を配置し、非磁性のパイプ 16 を嵌着してこの永久磁石 14 を保護する構成と
10 することにより、回転子鉄心 12 と固定子鉄心 2 との間で短絡する磁束がさらに減少し、これに伴いトルクリップルも低減されるので、振動や騒音を小さくできる。

実施の形態 3 .

以下、この発明の実施の形態 3 を図面を参照して説明する。

15 図 6 は実施の形態 3 を示す図で、回転子の 1 極分の図である。図に示すように、回転子鉄心 12 に設けられた收容孔 13 の外径側の円弧の半径を R 、永久磁石 14 の外径側の円弧の半径を r とした場合に、 $R < r$ となるように設定したので、永久磁石 14 と空隙 5 とを隔てる回転子鉄心部分 12a と永久磁石 14 の周方向における中央付近での接触がなくな
20 り、回転子 10 の高速回転時に生じる遠心力による回転子鉄心部分 12a の中央部付近から両端部に作用する大きな慣性モーメントがなくなるので、せん断応力を減少させることができる。したがって、本実施の形態によれば、回転子の変形及び破断を防止できる。

実施の形態 4 .

25 以下、この発明の実施の形態 4 を図面を参照して説明する。

図 7 は実施の形態 4 を示す図で、永久磁石形モータの図である。実施

の形態 1 ~ 3 では、固定子は分布巻固定子であるものとしたが、図 7 に示すように、固定子 1 は、環状をなす固定子鉄心 2 と、この固定子鉄心 2 に形成された複数のティース 3 と、これらティース 3 に直接巻回されたコイル 4 とから構成される集中巻固定子であるものとした場合、以下
5 のような利点がある。

集中巻固定子では、コイル 4 の電流により発生する磁束の内、空隙 5 と各永久磁石 1 4 とを隔てる回転子鉄心部分 1 2 a を通過し固定子鉄心 2 のティース 3 との間で短絡してしまう磁束による振動や音への影響が分布巻固定子のそれよりも大きいため、空隙 5 と各永久磁石 1 4 とを隔
10 てる回転子鉄心部分 1 2 a の径方向の厚み寸法 t を回転子鉄心抜板の板厚の $\pm 30\%$ 以内になるように設定したことによるトルクリップル、すなわち騒音や振動の低減効果がより効果的になる。

また、コイル 4 の高占積率化による高効率化のため、近年、固定子鉄心 2 を分割したティース 3 単体巻や、鉄心をストレート状や逆反り状に
15 展開してティースに直接巻線を行うタイプの集中巻固定子が提案されている。このタイプの固定子は、分割により固定子剛性が弱く、騒音や振動が大きくなりがちであるため、本形態が高効率化と騒音、振動の低減の両立により効果的となる。

ところで、本発明は上記し、かつ図面に示した各実施の形態にのみ限定されるものではなく、例えば永久磁石 1 4 の個数は 6 個以外でもよい等、要旨を逸脱しない範囲内で適宜変形して実施できる。

実施の形態 5 .

以下、この発明の実施の形態 5 を図面を参照して説明する。

図 8 は実施の形態 5 を示す図で、回転子の 1 極分の図である。図に示
25 すように、回転子鉄心 1 2 に設けられた永久磁石 1 4 の収容孔 1 3 の内径側の円弧の一部に、及び、永久磁石 1 4 の内径側の円弧の一部に直線

部 3 0 を設けたので、以下のような利点がある。

永久磁石 1 4 の円弧の一部に直線部 3 0 を設けたため、永久磁石 1 4 の中央部と両端部との厚み差が小さくなり、永久磁石成形の際の圧縮粗密さが小さくなるのでクラックや欠けなどの成形不良を減少させることができる。

また、永久磁石 1 4 の円弧の一部に直線部 3 0 を設けたことにより、成形後の研磨加工でも設備に対する位置が安定するので、精度を容易に出すことができる。これにより永久磁石 1 4 の寸法不良が低減できると共に、回転子鉄心 1 2 への挿入工程での挿入不良も低減できる。

10 さらに、外径側ではなく、内径側の円弧の一部に直線部 3 0 を設けたので、回転子鉄心部分 1 2 a と固定子鉄心 2 のティース 3 との間で短絡してしまう磁束の量は変わらず、この磁束の高調波成分により発生するトルクリップルが増加してしまうこともない。

15 産業上の利用可能性

この発明の好適な実施の形態に係る永久磁石形モータは、永久磁石を軸直角方向断面が内径側と外径側との両方に凸となる形状とすると共に、永久磁石の各磁極における磁気配向の焦点を前記回転子の外側に設けたので、永久磁石による空隙磁束密度分布は、磁極の中央部において大きく、両端部において小さくなるので、正弦波に近い分布となり、これに伴いコギングトルクを低減でき、振動や騒音を小さくでき、また、残留磁束密度を低下させることなく磁石を製造することができるため、モータ効率が低下してしまうという問題もなくなる。

25 また、回転子は、複数の永久磁石挿入用の収容孔を設けた回転子鉄心抜板を多数枚積層して回転子鉄心積層体を形成し、永久磁石挿入用の収容孔に永久磁石を挿着する構成とし、更に永久磁石と空隙との間を隔て

る回転子鉄心の厚み寸法を回転子鉄心抜板の板厚の $\pm 30\%$ 以内としたので、固定子のコイルの電流により発生する磁束の内、回転子鉄心部分と固定子鉄心のティースとの間で短絡してしまう磁束の量が小さくなるので、この磁束の高調波成分により発生するトルクリップルが低減され、振動や騒音を小さくできる。

また、回転子鉄心の外周部に前記永久磁石を装着し、この永久磁石の外周部に非磁性の保護パイプを嵌着して回転子を構成したので、回転子鉄心部分と固定子鉄心のティースとの間で短絡する磁束の量がさらに小さくなる。

また、回転子鉄心に設けた永久磁石挿入用の収容孔の外径側の円弧の半径を R とし、この収容孔に挿入される永久磁石の外径側の円弧の半径を r とした場合、 $R < r$ となるように設定したので、永久磁石と空隙とを隔てる回転子鉄心部分と永久磁石の周方向における中央付近での接触がなくなり、回転子の高速回転時に生じる遠心力による、回転子の変形及び破断を防止できる。

また、永久磁石と空隙との間を隔てる回転子鉄心の厚み寸法を回転子鉄心抜板の板厚の $\pm 30\%$ 以内としたものにおいて、固定子のティース部に直接巻線を巻回する集中巻固定子を施したので、空隙と永久磁石とを隔てる回転子鉄心部分の径方向の厚み寸法を回転子鉄心抜板の板厚の $\pm 30\%$ 以内になるように設定したことによるトルクリップル、すなわち騒音や振動の低減効果がより効果的になる。

また、永久磁石の内径側凸の半径を外径側凸の半径よりも小さくしたので、永久磁石成形時の圧縮方向と磁束の方向が概略等しくなり、残留磁束密度が低下することがない。

また、回転子鉄心に設けた永久磁石挿入用の収容孔、および永久磁石の内径側円弧の一部に直線部を設けたことにより、永久磁石成形の際の

圧縮粗密さが小さくなるので、クラックや欠けなどの成形不良を低減することができる。

また、成形後の研磨加工においても設備に対する位置が安定するので、精度を容易に出すことができる。これにより永久磁石の寸法不良を低減できると共に、回転子鉄心への挿入工程での挿入不良も低減できる。

さらに回転子鉄心と固定子鉄心のティースとの間で短絡してしまう磁束の量が増加することがないので、この磁束の高調波成分により発生するトルクリップルが増加してしまうこともない。

請求の範囲

1. 複数相の固定子巻線を有する固定子と、この固定子内側に空隙部分を介して対向配置され、回転子鉄心とこの回転子鉄心に設けられた永久磁石とを有する回転子と、を備えた永久磁石形モータにおいて、

5 前記永久磁石を軸直角方向断面が内径側と外径側との両方に凸となる形状とすると共に、前記永久磁石の各磁極における磁気配向の焦点を前記回転子の外側に設けたことを特徴とする永久磁石形モータ。

2. 前記回転子は、複数の永久磁石挿入用の収容孔を設けた回転子鉄心抜板を多数枚積層して回転子鉄心積層体を形成し、前記永久磁石挿入用の収容孔に前記永久磁石を挿着する構成とし、更に前記永久磁石と前記空隙との間を隔てる回転子鉄心の厚み寸法を前記回転子鉄心抜板の板厚の $\pm 30\%$ 以内としたことを特徴とする請求項1記載の永久磁石形モータ。

3. 前記回転子鉄心の外周部に前記永久磁石を装着し、この永久磁石の外周部に非磁性の保護パイプを嵌着して前記回転子を構成したことを特徴とする請求項1記載の永久磁石形モータ。

4. 前記回転子鉄心に永久磁石挿入用の収容孔を設け、前期収容孔の外径側の円弧の半径を R とし、この収容孔に挿入される前記永久磁石の外径側の円弧の半径を r とした場合、 $R < r$ となるように設定したことを特徴とする請求項1記載の永久磁石形モータ。

5. 前記固定子に、ティース部に直接巻線を巻回する集中巻固定子を用いたことを特徴とする請求項1記載の永久磁石形モータ。

6. 前記永久磁石の内径側凸の半径を外径側凸の半径よりも小さくしたことを特徴とする請求項1記載の永久磁石形モータ。

7. 前記回転子鉄心に設けた永久磁石挿入用の収容孔の内径側円弧の一部に、および、前記永久磁石の内径側円弧の一部に、直線部を設け

たことを特徴とする請求項 1 記載の永久磁石形モータ。

8. 複数相の固定子巻線を有する固定子と、この固定子内側に空隙部分を介して対向配置され、回転子鉄心とこの回転子鉄心に設けられた永久磁石とを有する回転子と、を備えた永久磁石形モータにおいて、

- 5 前記永久磁石を軸直角方向断面が内径側と外径側との両方に凸となる形状とすることを特徴とする永久磁石形モータ。

9. 複数相の固定子巻線を有する固定子と、この固定子内側に空隙部分を介して対向配置され、回転子鉄心とこの回転子鉄心に設けられた永久磁石とを有する回転子と、を備えた永久磁石形モータの製造方法に

- 10 おいて、

前記永久磁石を軸直角方向断面が内径側と外径側との両方に凸となる形状とすることを特徴とする永久磁石形モータの製造方法。

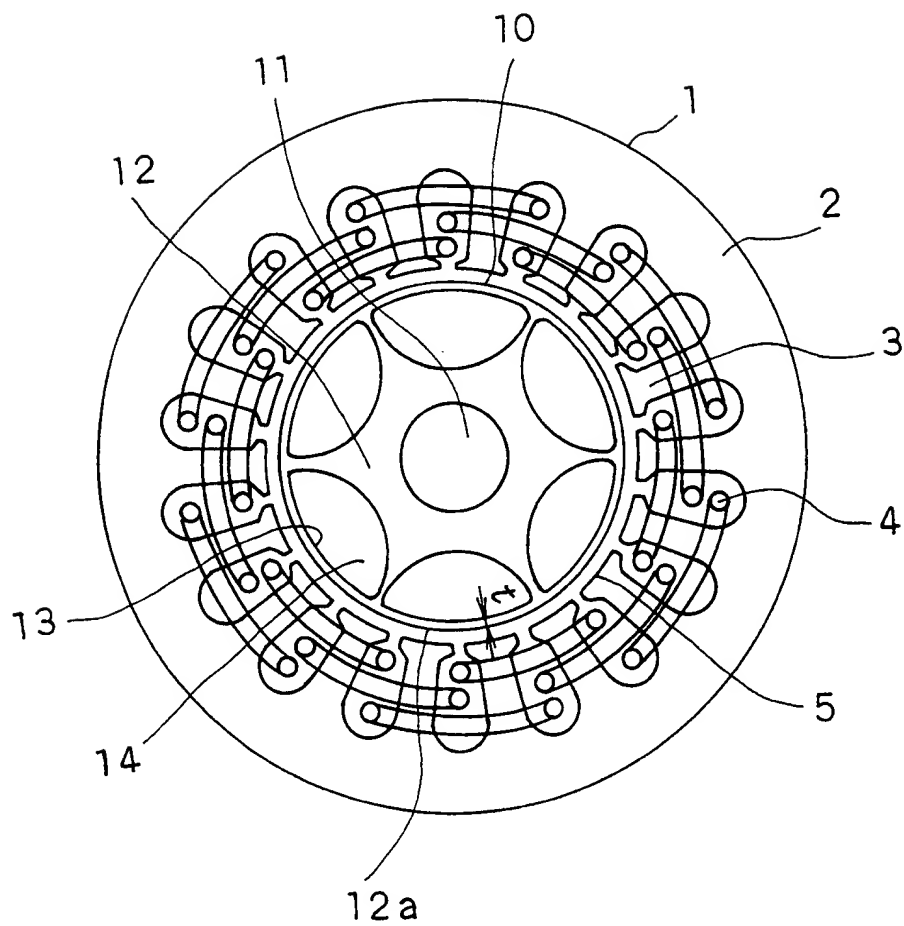
10. 複数の永久磁石挿入用の収容孔を設けた回転子鉄心抜板を多数枚積層して回転子鉄心積層体を形成する工程と、

- 15 前記永久磁石挿入用の収容孔に前記永久磁石を挿着する工程とを有し、

前記永久磁石と前記空隙との間を隔てる回転子鉄心の厚み寸法を前記回転子鉄心抜板の板厚の $\pm 30\%$ 以内としたことを特徴とする請求項 9 記載の永久磁石形モータの製造方法。

1/11

図 1



2/11

図 2

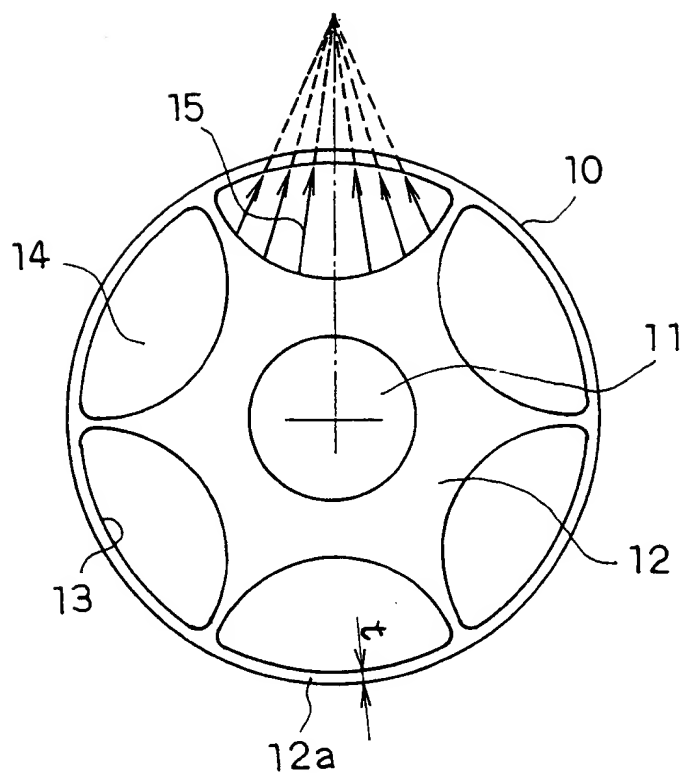
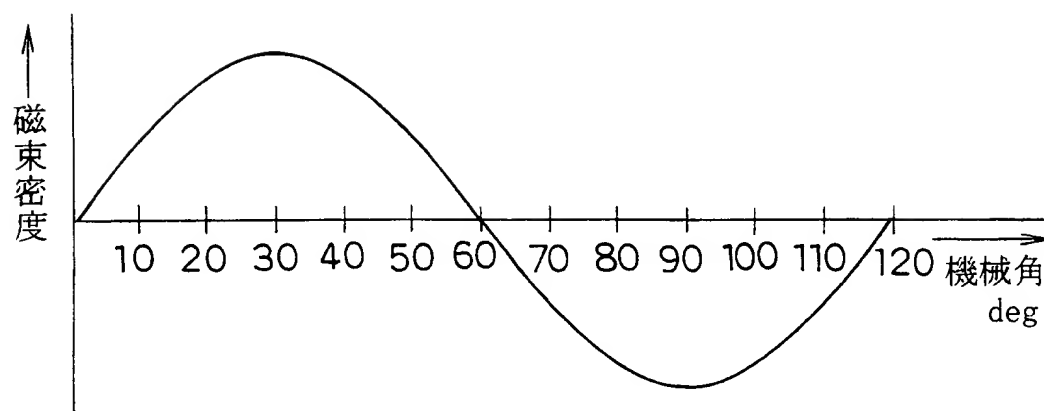
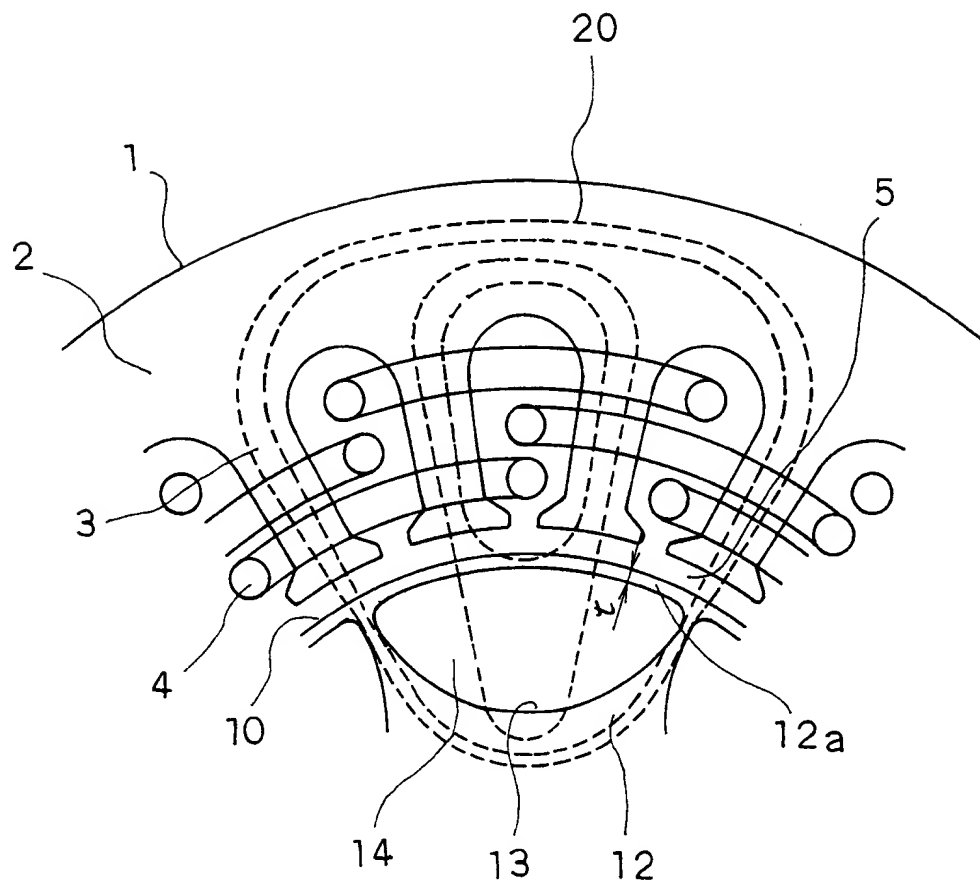


図 3



3/11

図 4



4/11

図 5

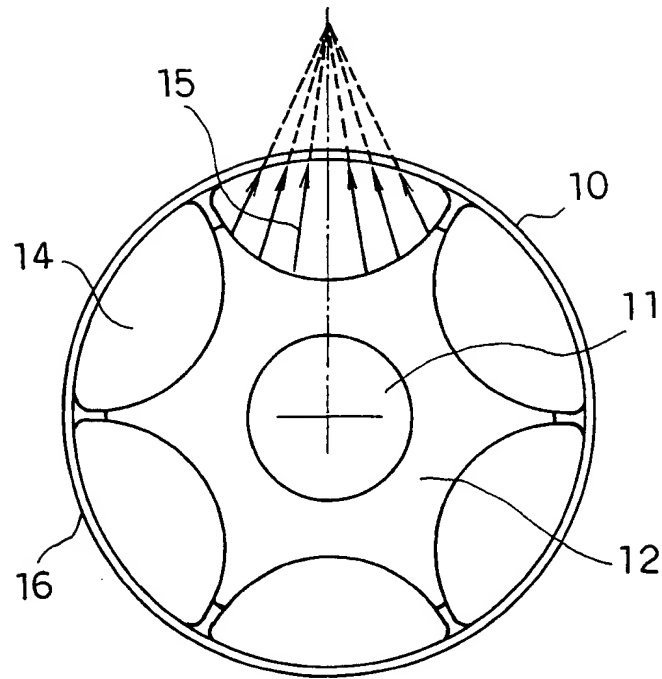
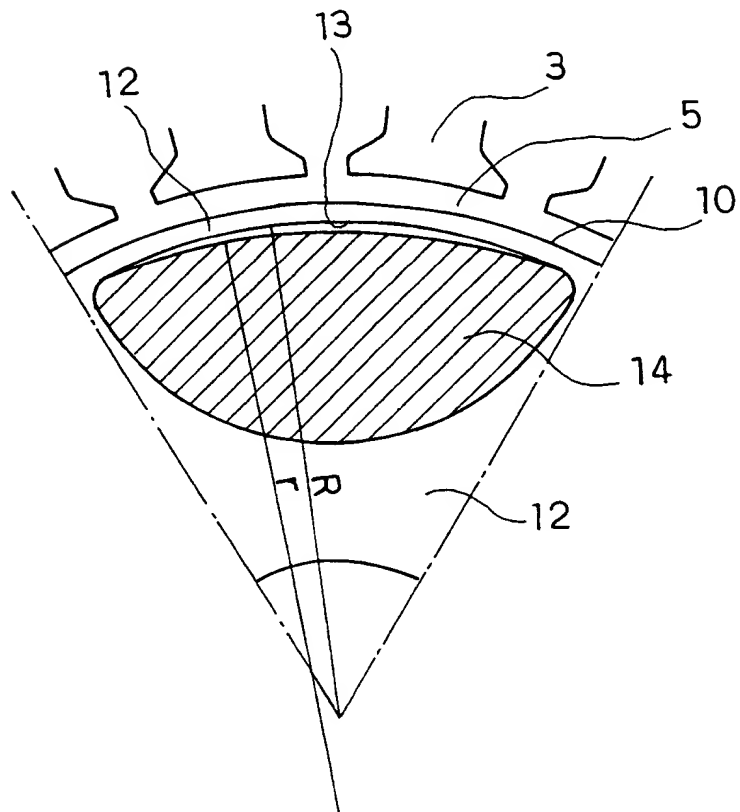
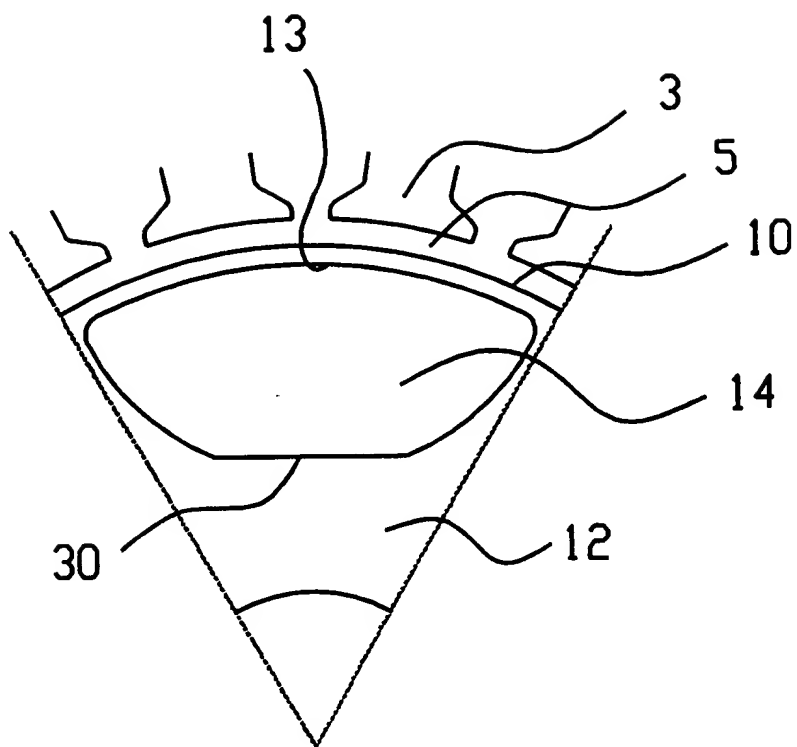


図 6



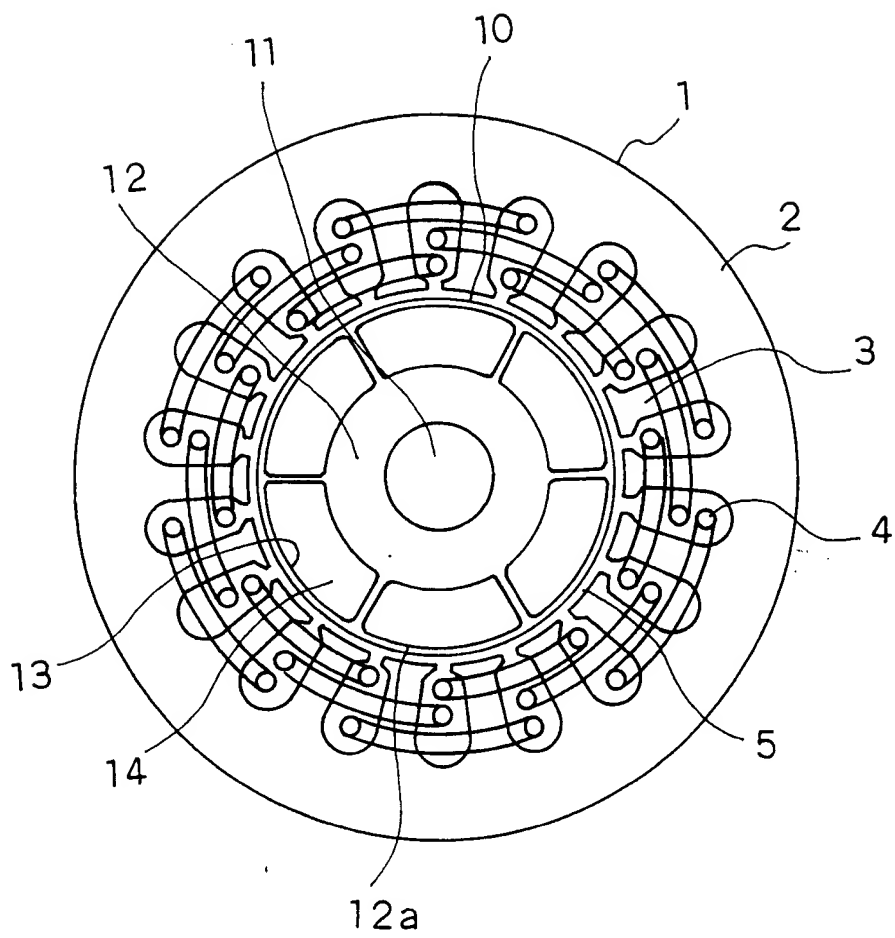
6/11

図 8



7/11

図 9



8/11

図 1 0

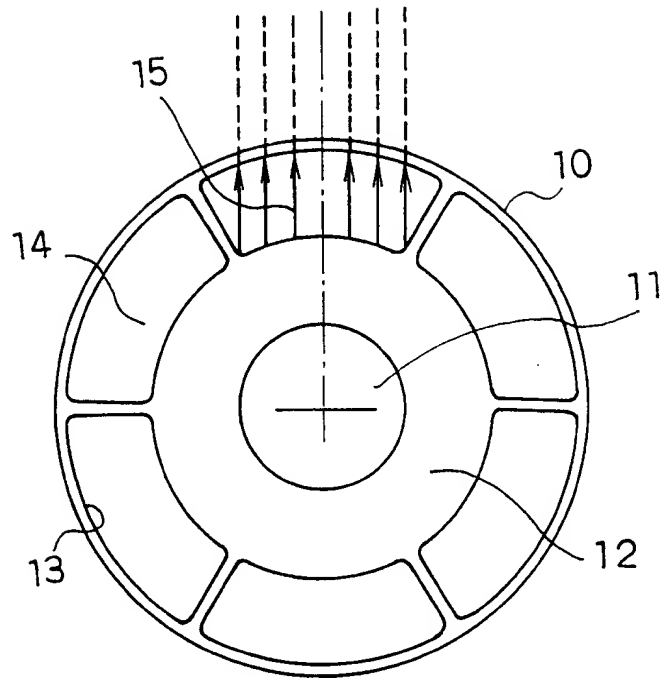
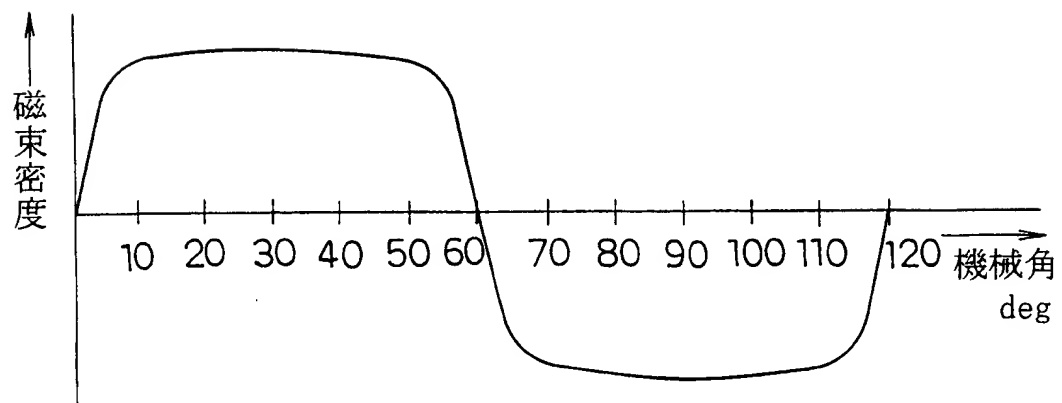


図 1 1



9/11

図 1 2

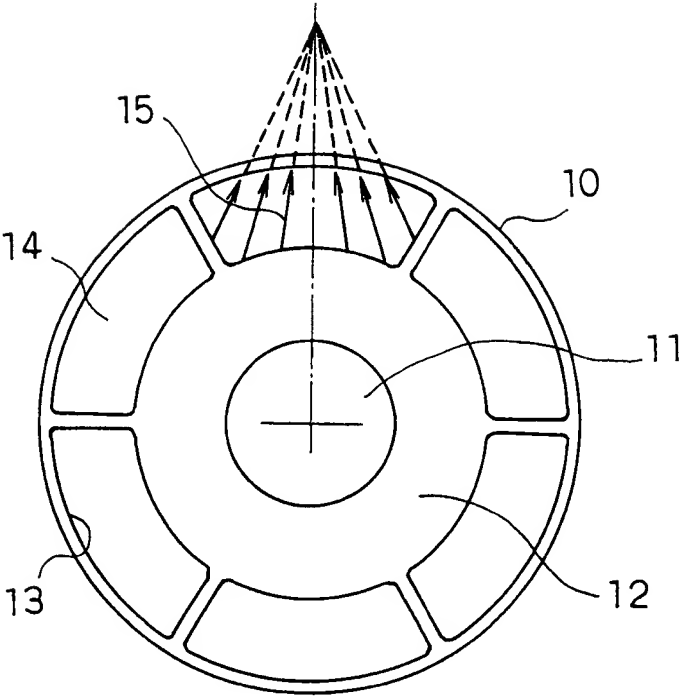
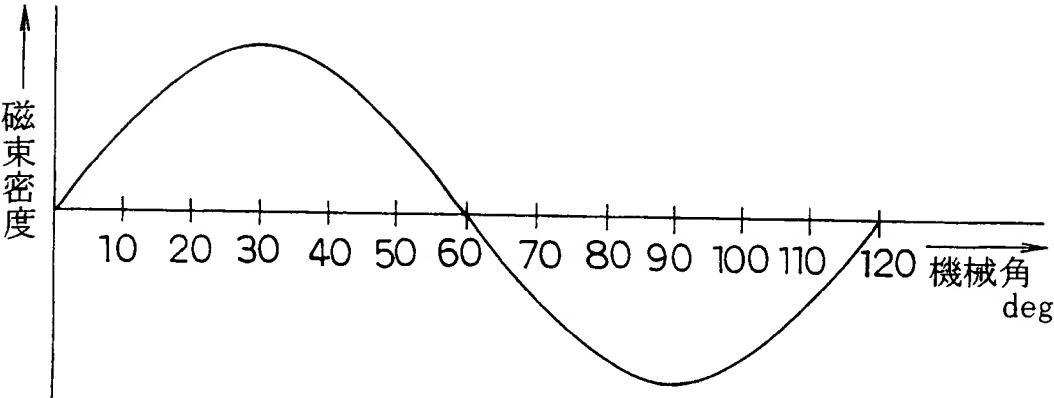


図 1 3



10/11

図 1 4

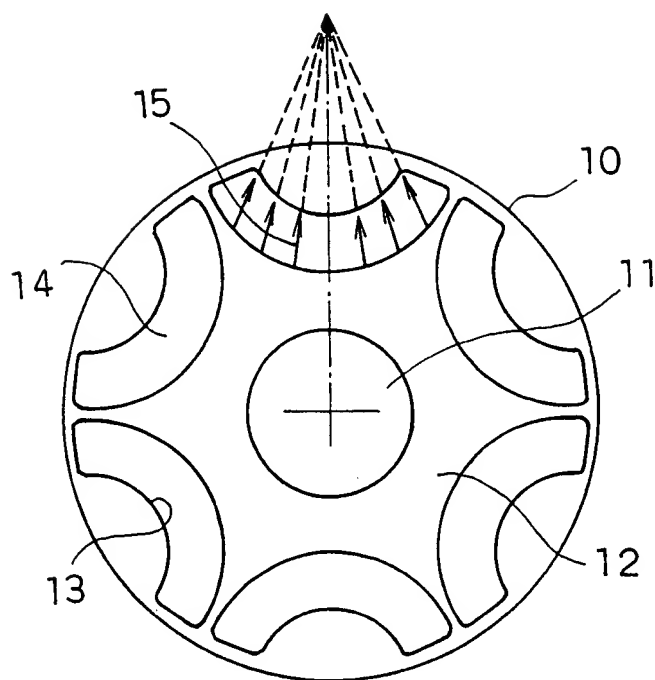
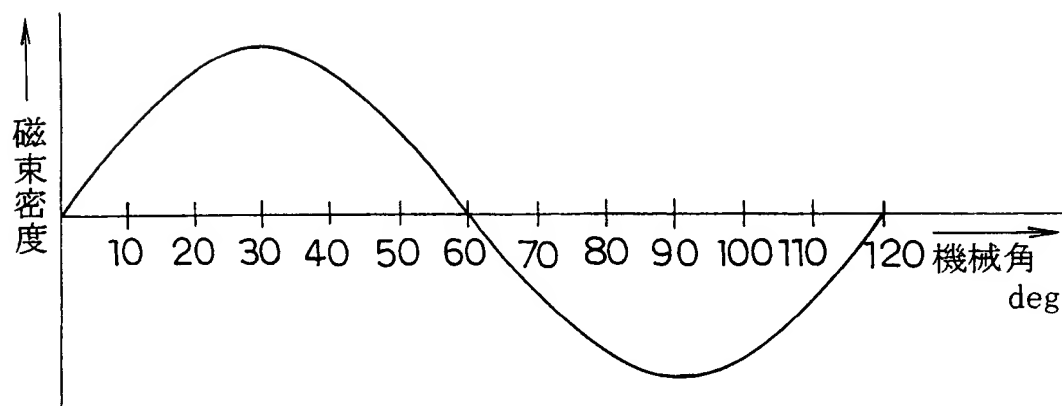
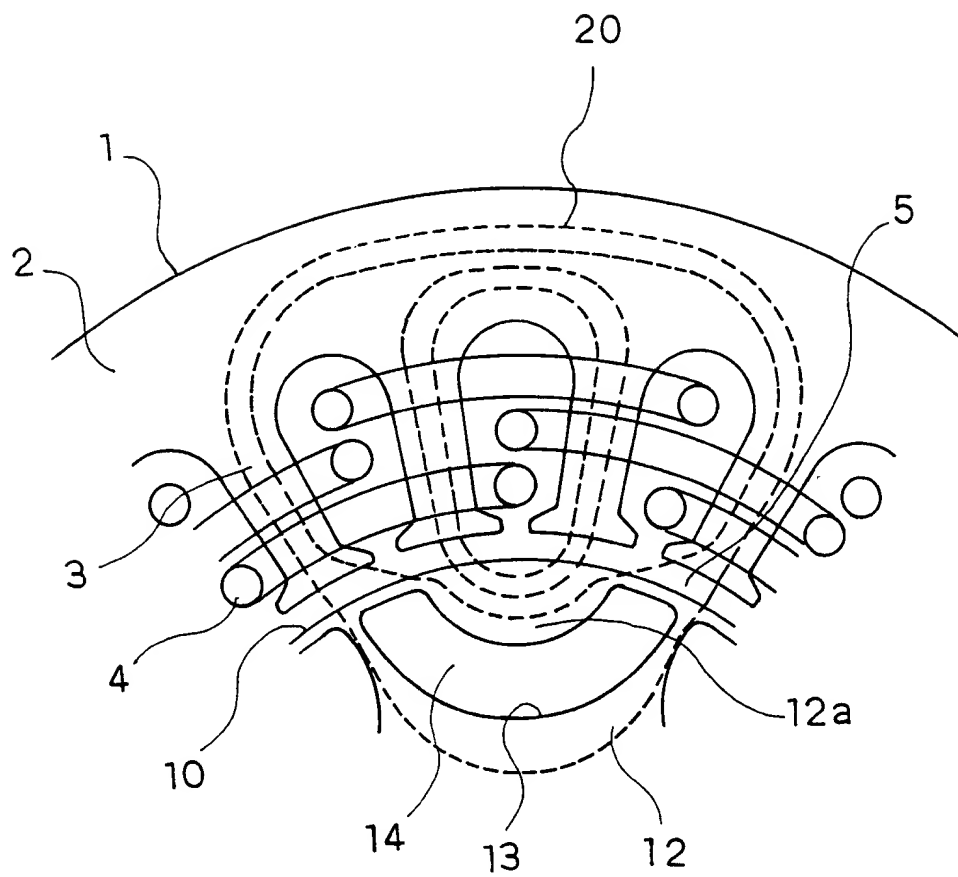


図 1 5



11/11

図 1 6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/07926

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H02K 1/27Int.Cl⁷ H02K 1/22

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H02K 1/27Int.Cl⁷ H02K 1/22

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2001
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2001	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2001

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	JP, 2000-245084, A (Fujitsu General Limited), 08 September, 2000 (08.09.00), Figs. 1, 2 (Family: none)	1, 8, 9
Y	JP, 11-285184, A (Fujitsu General Limited), 15 October, 1999 (15.10.99), Par. No. [0011]; Figs. 1 to 3 (Family: none)	1-10
Y	JP, 7-39090, A (Toshiba Corporation), 07 February, 1995 (07.02.95), Fig. 1 (Family: none)	1-10
Y	JP, 11-146582, A (Aichi Emerson Electric Co., Ltd.), 28 May, 1999 (28.05.99), Par. Nos. [0013], [0016]; Figs. 1, 2 (Family: none)	2, 10
Y	EP, 0223612, A (THE GARRETT CORPORATION), 27 May, 1987 (27.05.87), Fig. 3 & JP, 62-123943, A	3

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
05 February, 2001 (05.02.01)Date of mailing of the international search report
13 February, 2001 (13.02.01)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.


INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/07926

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP, 5-219669, A (Toshiba Corporation), 27 August, 1993 (27.08.93), Par. Nos. [0009], [0012]; Fig. 1 (Family: none)	4

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl ⁷ H02K 1/27 Int. Cl ⁷ H02K 1/22		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl ⁷ H02K 1/27 Int. Cl ⁷ H02K 1/22		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1926-1996 日本国公開実用新案公報 1971-2001 日本国登録実用新案公報 1994-2001 日本国実用新案登録公報 1996-2001		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
PX	JP, 2000-245084, A, (株式会社富士通ゼネラル), 8. 9月. 2000 (08. 09. 00), 第1図, 第2図, (ファミリーなし)	1, 8, 9
Y	JP, 11-285184, A, (株式会社富士通ゼネラル), 15. 10月. 1999 (15. 10. 99), 段落【0011】, 第1-3図, (ファミリーなし)	1-10
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列举されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 05. 02. 01	国際調査報告の発送日 13.02.01	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 米山 毅  3V 3018 電話番号 03-3581-1101 内線 3356	

C (続き). 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P, 7-39090, A, (株式会社東芝), 7. 2月. 1995 (07. 02. 95), 第1図, (ファミリーなし)	1-10
Y	J P, 11-146582, A, (アイチエマソン電機株式会社), 28. 5月. 1999 (28. 05. 99), 段落【0013】, 段落【0016】, 第1図, 第2図, (ファミリーなし)	2, 10
Y	EP, 0223612, A, (THE GARRETT CORPORATION), 27. 5月. 1987 (27. 05. 87), 第3図, & J P, 62-123943, A	3
Y	J P, 5-219669, A, (株式会社東芝), 27. 8月. 1993 (27. 08. 93), 段落【0009】, 【0012】, 第1図, (ファミリーなし)	4